

УДК 621

КОМПЕНСИРУЮЩАЯ ПОДАЧА ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ Галузо В.Е., Мельничук В.В., Пинаев А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

В [1] было предложено для повышения эффективности работы систем дымоудаления и снижения перепада давления на закрытых дверях путей эвакуации в многоэтажных зданиях использовать компенсирующую подачу наружного воздуха в коридоры. Позже этот подход был предложен в [2]. Те значения объемных расходов продуктов горения, удаляемых системами дымоудаления, которые определяются в соответствии с [2], невозможно обеспечить без компенсирующей подачи наружного воздуха. Но в [1] предлагалась компенсирующая подача воздуха в коридор, где не может быть очага пожара, а только дым из примыкающих помещений. Компенсирующая подача наружного воздуха в соответствии с [2] является обязательной в помещениях, оборудованных системой дымоудаления и может быть обеспечена принудительной вентиляцией, что нелогично, так как в соответствии с [3] пожарная автоматика объекта должна быть сброкирована с электроприемниками систем вентиляции для их отключения при пожаре. Очевидно, последнее необходимо для того, чтобы не поддерживать горение в очаге пожара. Компенсирующая подача наружного воздуха в соответствии с [2] осуществляется в нижнюю часть помещений, где и может располагаться очаг пожара, что способствует горению. В закрытых гаражах-стоянках компенсирующая подача часто обеспечивается открыванием въездных ворот.

При точечном размещении притоков (ворот, клапанов и др.) наружного воздуха дымоудаление будет осуществляться в очень ограниченном пространстве помещений между притоком и клапанами дымоудаления и будет неэффективно.

Предлагается осуществлять компенсирующую подачу наружного воздуха через воздуховоды системы общеобменной приточной вентиляции, размещаемые под потолком по всему периметру помещения. Это обеспечит увеличение времени заполнения резервуара дыма под потолком и эффективность дымоудаления во всем пространстве помещения. Для этого, надо обеспечить

огнезащиту этих воздухопроводов в соответствии с [2] и использовать приточные вентиляторы с необходимым для компенсации объемным расходом воздуха.

Компенсирующая подача наружного воздуха в коридоры многоэтажных зданий через вертикальные шахты может быть неэффективной. Это обусловлено тем, при нормируемом значении температуры газодымовой смеси 300⁰С в коридоре при высоте здания более 30м естественная (обратная) тяга по шахте превысит 180 Па. Это может не позволить снизить перепад давления на закрытых дверях пути эвакуации, в то время как при проведении испытаний системы противодымной защиты при нормальной температуре перепад давления будет в норме. Использование принудительной механической компенсирующей подачи (подпора) воздуха в коридор также может быть неэффективно при пожаре из-за естественной тяги по шахте. Кроме того, подпор воздуха в коридор приведет к тому, что скорость воздуха в дверном проеме при выходе на незадымляемые лестничные клетки будет меньше нормируемой.

Предлагается, как в [1], компенсирующую подачу наружного воздуха в коридоры осуществлять через фасадные стены зданий с помощью горизонтальных воздухопроводов. Кроме того, при расчете объемного расхода воздуха удаляемого через клапан системы дымоудаления исходить из необходимости обеспечения нормируемого значения скорости воздуха в дверном проеме при выходе на незадымляемые лестничные клетки [3].

Литература

1. Повышение эффективности дымоудаления в системах пожарной безопасности // Материалы 4-й Международной НТК Приборостроение-2011. – С. 53–55.
2. ТКП 45-4.02-273-2012. Противодымная защита зданий и сооружений. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования.
3. ТКП 45-2.02-317-2018. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования.

УДК 621.382

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЗИТНЫХ ТУННЕЛЬНЫХ ТОКОВ В ЭЛЕМЕНТАХ ФЛЕШ-ПАМЯТИ НА ОСНОВЕ КОРОТКОКАНАЛЬНЫХ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ Жевняк О.Г.

*Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь*

Одной из самых распространенных приборных конструкций, работающих на принципе использования нанoeлектронных процессов, является флеш-память. Она представляет собой

микросхему с элементами памяти, которые являются не чем иным, как короткоканальными кремниевыми МОП-транзисторами с плавающим затвором (см., например, [1; 2]). Внутри под-

затворного окисла создается металлический или поликремниевый дополнительный затвор, отделенный и от канала транзистора и от управляющего затвора туннельным окислом. Тенденции конструктивного развития элементов флеш-памяти направлены на уменьшение размеров короткоканальных МОП-транзисторов, лежащих в основе ячеек памяти, в том числе как на уменьшение длины канала транзистора, так и на уменьшение толщины туннельных окислов в нем. Однако такое уменьшение сопровождается увеличением паразитных туннельных токов, которые возникают в МОП-транзисторе при чтении хранящегося в нем бита информации: при наличии заряда на плавающем затворе считывается 1, а при отсутствии заряда – 0.

Целью настоящего доклада явилось моделирование паразитных туннельных токов в короткоканальных МОП-транзисторах с плавающим затвором и, в частности, оценка влияния на них величины стокового напряжения транзистора при возможных режимах считывания хранящейся в ячейке флеш-памяти информации. Расчет туннельных токов осуществлялся на основе моделирования электронного переноса в канале МОП-транзистора методом Монте-Карло вместе с самосогласованным решением уравнения Пуассона. Алгоритмы такого моделирования приведены в работах [3; 4], а процедура расчета туннельного тока рассмотрена в работе [5]. В качестве модельного исследовался МОП-транзистор со следующими конструктивно-технологическими параметрами:

длина канала $L_{ch} = 0,15$ мкм, толщина подзатворного окисла $d_{окс} = 6$ нм, толщина туннельного окисла $d_{тун} = 2$ нм, толщина плавающего затвора $d_{плав} = 2$ нм, концентрация донорной примеси в областях истока и стока $N_D = 10^{26}$ м⁻³, концентрация акцепторной примеси в подложке $N_A = 10^{24}$ м⁻³, глубина залегания истоковой и стоковой областей в подложку $d_f = 100$ нм.

На рис. 1 приведена энергетическая диаграмма ячейки флеш-памяти при протекании в ней паразитных туннельных токов. При считывании информации подаются рабочие напряжения на сток и затвор (порядка 2 В). Величина $U_{тун}$ относительно невелика (составляет около 0,3÷0,4 от $U_{затв}$), и потенциальный барьер туннельного окисла имеет слабо скошенную в сторону плавающего затвора форму. Электроны текут вдоль этого барьера от истока к стоку и ввиду скошенности вершины имеют вероятность, хоть и крайне малую, чтобы протуннелировать на плавающий затвор и исказить хранящуюся на нем информацию. Для сравнения на рис. 2, *a* и *b* показаны энергетические диаграммы, поясняющие процессы записи и стирания бита информации «1» и показывающие особенности туннелирования электронов при этом.

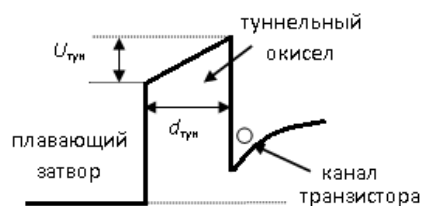


Рисунок 1 – Распределение вдоль канала МОП-транзистора средних значений энергии электронов

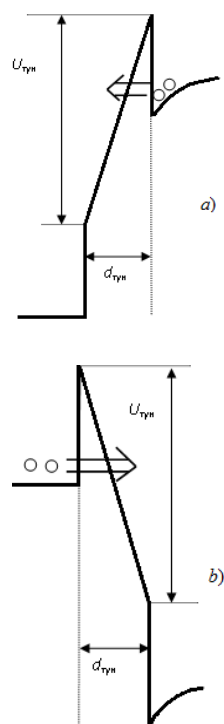


Рисунок 2 – Энергетические диаграммы процессов записи и стирания бита информации «1»

На рис. 3 приведены полученные в результате численного моделирования распределения вдоль канала транзистора (вдоль потенциального барьера туннельного окисла) отношений величины паразитного туннельного тока к величине тока стока, т. е. тока электронов в канале (*a*), а также средних значений подвижности электронов (*b*).

Моделировались три режима считывания информации: 1 – $U_{сток} = 1$ В (пунктирные линии), 2 – $U_{сток} = 2$ В (штриховые линии), 3 – $U_{сток} = 3$ В (непрерывные линии); для всех режимов $U_{затв} = 2$ В. Результаты моделирования показывают, что во-первых, для рассмотренных условий относительная величина паразитного тока не превышает значения 10^{-10} (туннельный ток, обеспечивающий запись бита информации «1» или его стирание соответствует уровню порядка 10^{-2}). Во-вторых, с ростом стокового напряжения почти по всей длине канала плотность (величина) паразитного туннельного тока увеличивается. В-третьих, эта плотность по направлению от истока к стоку

также увеличивается и максимальное значение наблюдается вблизи стокового перехода, где электроны в канале при своем дрейфе приобретают самую большую энергию. И, в-четвертых, распределения вдоль канала плотности паразитного туннельного тока и средней подвижности электронов демон-стрируют обратную зависимость – увеличение плотности тока сопровождается уменьшением величины подвижности.

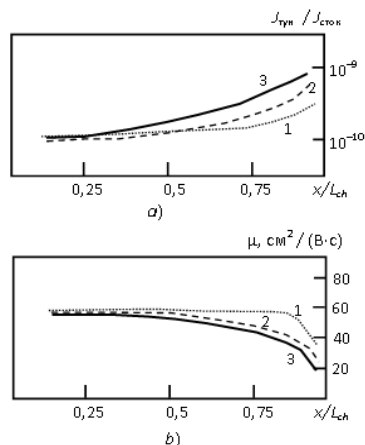


Рисунок 3 – Распределения вдоль канала МОП-транзистора средних значений отношения туннельного тока на плавающий затвор к току стока (а) и подвижности электронов в канале (б)

Таким образом, в настоящей работе с помощью численного моделирования методом Монте-Карло проанализировано влияние стокового напряжения в элементах флеш-памяти при считывании информации на распределения вдоль проводящего канала относительной величины паразитного туннельного тока, а также средних значений подвижности электронов при возникновении данных паразитных токов.

Литература

1. Baik S.J., Choi S., Chung U-In, Moon J.T. Engineering on tunnel barrier and dot surface in Si nanocrystal memories // Solid-State Electron. – 2004. – Vol. 48. – P. 1475–1481.
2. Fiegna C., Iwai H., Wada T., Saito M., Sangiorgi E., and Ricco B. Scaling the MOS Transistor Below 0.1 μm : Methodology, Device Structures, and Technology Requirements // IEEE Trans. Electron Dev. – 1994. – Vol. 41. – No 6. – P. 941–951.
3. Борздов В.М., Жевняк О.Г., Комаров Ф.Ф., Галенчик В.О. Моделирование методом Монте-Карло приборных структур интегральной электроники – Минск: БГУ, 2007. – 175 с.
4. Zhevnyak O. Temperature effect on electron transport in conventional short channel MOSFETs: Monte Carlo simulation // Proc. SPIE. – 2008. – Vol. 7025. – P. 1M-1–8.
5. Жевняк О.Г. Моделирование туннельного тока в элементах флеш-памяти // Международный научно-исследовательский журнал, 2015. – Вып. 9., Ч.3. – С. 49–53.

УДК 539.216; 539.22

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИЛУМИНОВ Гусакова О.В.¹, Шепелевич В.Г.², Александров Д.В.³, Стародумов И.О.³

¹Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

³Уральский федеральный университет
Екатеринбург, Российская Федерация

Силумины находят широкое применение в различных отраслях промышленности: электротехнике, металлургии, машиностроении, медицине, пищевой и военной промышленности и т. д. Исследования и технологические разработки, направлены в основном на повышение прочности и пластичности сплавов системы Al-Si за счет уменьшения размеров частиц кремния. При этом изучается возможность направленного изменения микроструктуры и улучшения механических свойств за счет легирования и увеличения скорости затвердевания [1, 2].

Наиболее технологичным и ресурсосберегающим методом высокоскоростного затвердевания, является метод сверхбыстрой закалки из расплава. В этом методе фольга получается в результате затвердевания тонкого слоя расплава после его растекания по поверхности вращающегося кристаллизатора. В зависимости от толщины слоя

расплава скорость его охлаждения составляет 10^5 – 10^7 К/с. Исследованы микроструктура и механические свойства фольги эвтектического сплава АК12оч (Al–12 ат.% Si–0.2 ат. % Fe) и заэвтектического силумина Al–17 ат.% Si–0.2 ат. % Fe легированных медью до 2,5 ат. %.

Вид микроструктуры в поперечном сечении фольги сплава АК12оч–1,1 ат. % Cu представлен на рисунке 1(а и б).

В слое у стороны, прилегающей к кристаллизатору (А), наблюдается участок толщиной в несколько микрон, в котором заметные выделения отсутствуют (рис.1б). Карты распределения Si и Cu (рис.1 в и г), показывают, что кремний и медь в слое у кристаллизатора расположен однородно, При удалении от кристаллизатора образуются дендриты алюминия, Si находится в междендритном пространстве а медь оттесняется к границам дендритов.